

PAT-NO: JP410048443A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10048443 A

TITLE: POLYMER WAVEGUIDE AND ITS PRODUCTION

PUBN-DATE: February 20, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

IMOTO, KATSUYUKI

NARITA, YOSHIHIRO

INT-CL (IPC): G02B006/122, G02B006/13

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a waveguide which has a low loss, a flat upper surface of a clad layer, high dimensional accuracy and a small thickness of a substrate, and can be produced in a simple processes, by forming a core layer which is not to be irradiated with UV rays and forming upper and lower clad layers to be irradiated with UV rays on a buffer layer on a substrate.

**SOLUTION:** The waveguide consists of a buffer layer 32 on a substrate 31, a polymer core layer 33 having an almost rectangular cross section on the buffer layer, a lower clad layer 34 formed on both sides of the core layer 33, and an upper clad layer 35 which covers the upper faces of the core layer 33 and the clad layer 34. The core layer 33 and lower clad layer 34 consist of a polymer material which decreases the refractive index by irradiation of UV rays. The core layer 33 is not irradiated with UV rays. The lower clad layer 34 consists of a polymer material which has been irradiated with UV rays and photoleached. Since the refractive index of the exposed part to UV rays decreases, the exposed part to UV rays can be used as the clad layer.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-48443

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. <sup>a</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/122 6/13			G 0 2 B 6/12	A M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-200562

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月30日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 井本 克之

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72) 発明者 成田 善広

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

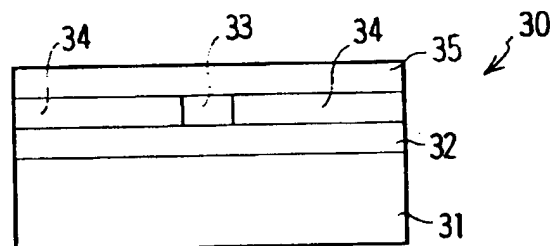
(74) 代理人 弁理士 網谷 信雄

(54) 【発明の名称】 ポリマ導波路及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 低損失、クラッド層の上面が平坦、高寸法精度で、基板の厚さが極めて薄く、しかもプロセスが簡単なポリマ導波路及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 ポリマコア層34aのコア層33とすべき部分を除いて紫外線37を照射することにより、コア層33の両側面に下部クラッド層34が形成されるので、コア層33及び下部クラッド層34を覆うように形成される上部クラッド層35の上面が平坦となり、寸法精度が高く、厚さが極めて薄いポリマ導波路30を得ることができる。



30 ポリマ導波路

31 基板

32 バッファ層

33 コア層

34 下部クラッド層

34 a ポリマコア層

35 上部クラッド層

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、該基板上に形成された低屈折率  $n_b$  のバッファ層と、該バッファ層の上に形成され紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマからなり、紫外線が照射されない略矩形断面形状のコア層（屈折率  $n_a$ 、 $n_a > n_b$ ）と、該コア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層（屈折率  $n_p$ 、 $n_p < n_a$ ）と、上記ポリマの該コア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層と、該下部クラッド層及び上記コア層の上面を覆う上部クラッド層（ $n_c$ 、 $n_c < n_a$ ）とを備えたこと

を特徴とするポリマ導波路。

【請求項2】 基板と、該基板上に形成され紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマからなり、紫外線が照射されない略矩形断面形状のコア層（屈折率  $n_a$ 、 $n_a > n_b$ ）と、該コア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層（屈折率  $n_p$ 、 $n_p < n_a$ ）と、上記ポリマの該コア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層と、該下部クラッド層及び上記コア層の上面を覆う上部クラッド層（ $n_c$ 、 $n_c < n_a$ ）とを備えたことを特徴とするポリマ導波路。

【請求項3】 上記バッファ層及び上記上部クラッド層に  $SiO_2$  系の材料か或いはポリマ材料のいずれかを用いた請求項1又は2に記載のポリマ導波路。

【請求項4】 上記コア層及び上記下部クラッド層を、屈折率が  $n_i$ （ $n_i < n_a$ ）で所望の厚さを有する中間層で上下に仕切った請求項1から3のいずれかに記載のポリマ導波路。

【請求項5】 上記基板にプラスチック材料を用いた請求項1から4のいずれかに記載のポリマ導波路。

【請求項6】 基板上にバッファ層、紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマ層及び上部クラッド層を順次形成する第1工程と、上記上部クラッド層の上面に紫外線非透過部及び紫外線透過部のパターンが形成されたフォトリソマスクを配置し、該フォトリソマスクの上から紫外線を照射することにより、紫外線の照射されないポリマからなるコア層と紫外線が照射されたポリマからなる下部クラッド層とを形成する第2工程と、上記コア層及び下部クラッド層の上面に上部クラッド層を形成する第3工程とからなることを特徴とするポリマ導波路の製造方法。

【請求項7】 上記第1工程において、ポリマ層と上部クラッド層との間に、他のポリマ層と中間層とを順次形成し、上記第2工程において、紫外線の照射されないポリマからなるコア層及び他のコア層と紫外線が照射されたポリマからなる下部クラッド層及び他のクラッド層とを形成する請求項6に記載のポリマ導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ポリマ導波路及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ポリマ導波路の研究開発が活発になってきた。これは低コスト光デバイスを実現するのに有望であると考えられているためである。

【0003】 図10はポリマ導波路の従来例を示す断面図である。

【0004】 同図に示すポリマ導波路は、基板（ $Si$ 、ガラス等）10上に、ポリマ材料からなるクラッド層11-1、11-2を形成し、そのクラッド層11-1、11-2の中に、クラッド層11-1、11-2の屈折率よりも高い屈折率を有するポリマ材料からなるコア層12を埋め込んだ構造を有している。

【0005】 コア層12及びクラッド層11-1、11-2のポリマ材料としては、PMMA（ポリメチルメタクリレート）、ポリスチレン、ポリイミド、ポリガイド、エポキシ樹脂、ポリシロキサン等が用いられる。

【0006】 図11(a)～図11(c)はポリマ導波路の製造方法を示す従来例である。基板10の上に、紫外線照射により屈折率が高くなる感光性のポリマ層15を形成しておき、そのポリマ層15の上にマスク16を配置し、マスク16の上から紫外線17を照射する（図11(a)）。

【0007】 ポリマ層15のうちマスク16を透過した紫外線17が照射された露光部15aは屈折率が高くなり、マスク16で紫外線が照射されなかった未露光部15bは屈折率が変化せず低いままである（図11(b)）。

【0008】 このような未露光部15bを光の導波層、すなわちコア層12として用い、コア層12をクラッド層11で被覆することによりポリマ導波路が形成される（図11(c)）。

【0009】 図12(a)～図12(d)はポリマ導波路の製造方法を示す他の従来例である。

【0010】 基板10の上に、光の伝搬するコア用ポリマ導波層19を形成しておき、その上にマスク16を置いて紫外線17を照射する（図12(a)）。

【0011】 マスク16を透過した紫外線17が照射された露光部19aはエッチングにより除去され、マスク16で紫外線17が照射されなかった未露光部19bは略矩形断面形状のコア層12として残る（図12(b)、(c)）。

【0012】 略矩形断面形状のコア層12を、コア層12の屈折率より低い屈折率のポリマからなるクラッド層11で覆うことにより、ポリマ導波路が形成される（図12(d)）。

【0013】 図13(a)～図13(d)はポリマ導波路の製造方法を示すさらに他の従来例である。

【0014】 基板10の上に、光の伝搬するコア用ポリマ導波層19を形成し、そのコア用ポリマ導波層19の上にマスクパターン20を形成する。このマスクパター

10

20

30

40

50

ン20の材質はレジスト材料、酸化膜材料或いは金属材料が用いられる。次いでマスクパターン20の上から紫外線17を照射する(図13(a))。

【0015】コア用ポリマ導波層19のうちマスクパターン20が形成されなかった部分は紫外線17が照射され、マスクパターン20が形成された部分は紫外線17が照射されない。コア用ポリマ導波層19の紫外線17が照射された露光部をエッチングにより除去する(図12(b))。

【0016】コア用ポリマ導波層19の未露光部19b上に残ったマスクパターン20を剥離し、コア層12及び基板10の表面を、コア層12の屈折率より低い屈折率のポリマからなるクラッド層11で覆うことによりポリマ導波路が形成される(図12(c))。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図11(a)～図11(c)、図12(a)～図12(d)、図13(a)～図13(d)に示した従来の方法で形成したポリマ導波路には以下のような問題があった。

【0018】(1) 図10に示したコア層12とクラッド層11-1、11-2との界面14-1、14-2、14-3が不均一になり、これによる光の散乱損失を無視することができなかった。このような界面の不整は、コア層12をエッチングしたり、クラッド層11-1、11-2で被覆する際に避けられないものであった。

【0019】(2) また、図10に示すようにクラッド層11-2の上面の平坦性が悪いという問題があった。特に図12、図13のように、略矩形断面形状のコア層12を形成した後に、その上面をクラッド層11で覆う方法を用いている限りクラッド層11-2の上面を平坦化

することが困難であることが分かった。

【0020】このように平坦度が悪いと図14に示すように、クラッド層11-2の上に薄膜ヒータ21を設けるのが困難なことが分かる。なぜならば、この薄膜ヒータ21は、まず、ポリマクラッド層11-2上に金属膜を蒸着によって形成し、その後、その金属膜上にレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクにしてエッチング加工により形成されるが、クラッド層11-2の上面が平坦でないと、金属膜の蒸着が困難なこと、レジスト膜を均一膜厚に塗布することが困難なこと、さらにエッチングによる微細な薄膜ヒータ21のパターンを加工することが困難なためである。尚、図14(a)は従来のポリマ導波路上に薄膜ヒータを設けた場合の平面図であり、同図(b)は同図(a)のA-A線断面図である。22は電源、23はスイッチであり、24～26は信号光である。

【0021】(3) 製造工程数が多いため、ポリマ導波路の低コスト化が困難である。

【0022】(4) 高寸法精度が要求される高性能のシングルモード伝送用ポリマ導波路型光部品を実現すること

ができない。例えば、Nチャンネル波長多重伝送用光分波器、1×M(或いはN×M)型光スターカプラ等の光部品を高性能(低損失性、中心波長の制御性、高アイソレーション特性、低分配偏差特性等)に実現するのが困難である。

【0023】(5) 基板10の厚さを極めて薄くした(100μm以下)、いわゆるフレキシブルポリマ導波路型光部品を高性能、高寸法精度で形成するのが困難である。なぜならば、エッチング等の加工プロセスがあるため、薄い基板では高寸法精度に保って加工することが困難なためである。

【0024】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、低損失、クラッド層の上面が平坦、高寸法精度で、基板の厚さが極めて薄く、しかもプロセスが簡単なポリマ導波路及びその製造方法を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明のポリマ導波路は、基板と、基板上に形成された低屈折率 $n_b$ のバッファ層と、バッファ層の上に形成され紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマからなり、紫外線が照射されない略矩形断面形状のコア層(屈折率 $n_a$ 、 $n_a > n_b$ )と、コア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層(屈折率 $n_p$ 、 $n_p < n_a$ )と、ポリマのコア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層と、下部クラッド層及びコア層の上面を覆う上部クラッド層( $n_c$ 、 $n_c < n_a$ )とを備えたものである。

【0026】本発明は、基板と、基板上に形成され紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマからなり、紫外線が照射されない略矩形断面形状のコア層(屈折率 $n_a$ 、 $n_a > n_b$ )と、コア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層(屈折率 $n_p$ 、 $n_p < n_a$ )と、ポリマのコア層の両側で紫外線が照射された下部クラッド層と、下部クラッド層及びコア層の上面を覆う上部クラッド層( $n_c$ 、 $n_c < n_a$ )とを備えたものである。

【0027】上記構成に加え本発明のポリマ導波路は、バッファ層及び上部クラッド層にSiO<sub>2</sub>系の材料か或いはポリマ材料のいずれかを用いてもよい。

【0028】上記構成に加え本発明のポリマ導波路は、コア層及び下部クラッド層を、屈折率が $n_i$ ( $n_i < n_a$ )で所望の厚さを有する中間層で上下に仕切ってもよい。

【0029】上記構成に加え本発明のポリマ導波路は、基板にプラスチック材料を用いてもよい。

【0030】本発明のポリマ導波路の製造方法は、基板上にバッファ層、紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマ層及び上部クラッド層を順次形成する第1工程と、上部クラッド層の上面に紫外線非透過部及び紫外線透過部のパターンが形成されたフォトマスクを配置し、フォトマスクの上から紫外線を照射することにより、紫

外線の照射されないポリマからなるコア層と紫外線が照射されたポリマからなる下部クラッド層とを形成する第2工程と、コア層及び下部クラッド層の上面に上部クラッド層を形成する第3工程とからなるものである。

【0031】上記構成に加え本発明のポリマ導波路の製造方法は、第1工程において、ポリマ層と上部クラッド層との間に、他のポリマ層と中間層とを順次形成し、第2工程において、紫外線の照射されないポリマからなるコア層及び他のコア層と紫外線が照射されたポリマからなる下部クラッド層及び他のクラッド層とを形成してもよい。

【0032】本発明によれば、紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマコア層を用い、そのポリマコア層のうちコア層とすべき部分を除いて紫外線を照射することにより、紫外線露光部の屈折率が低下するので紫外線露光部をクラッド層として用いることができる。このためポリマコア層の上を上部クラッド層で覆っても平坦性が確保でき、コア層と上部クラッド層との間の界面の不均一性がなくなり低損失性が得られる。また、上部クラッド層の表面が平坦なため、薄膜金属ヒータの搭載等が容易となる。しかも紫外線を照射するという簡単なプロセスのため高性能なポリマ導波路が低コストに実現できる。さらに基板の厚さを極めて薄くすることができるのでフレキシブルなポリマ導波路を形成することができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基いて詳述する。

【0034】図1は本発明のポリマ導波路の一実施の形態を示す断面図である。

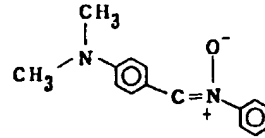
【0035】同図に示すポリマ導波路30は、基板31（Si等の半導体材料、ガラス材料、プラスチック材料或いは磁性材料等が用いられる）上に形成されたSiO<sub>2</sub>からなるバッファ層（屈折率 $n_b$ ）32と、バッファ層32の上に形成され略矩形断面形状のポリマからなるコア層（屈折率 $n_a$ 、 $n_a > n_b$ ）33と、コア層33の両側面に形成された下部クラッド層（屈折率 $n_p$ 、 $n_p < n_a$ ）34と、コア層33及び下部クラッド層34の上面を覆う上部クラッド層（ $n_c$ 、 $n_c < n_a$ ）35とで構成されている。

【0036】コア層33及び下部クラッド層34は、紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマ材料（ポリマコア層）からなり、このうちコア層33は紫外線の照射されていないポリマ材料からなり、下部クラッド層34は紫外線の照射された、いわゆるフォトブリーチングされたポリマ材料からなっている。

【0037】ここでポリマ材料としては、例えばDMA PN（ $\alpha$ -(4-dimethylaminophenyl)-N-phenylnitron）が用いられる。これは化学式（1）で表される。

【0038】

【化1】



(1)

【0039】このポリマ材料の光化学的転位は、波長380nmでフォトブリーチングされて、波長270nmにオキサジリデン光生成物の新しい吸収が行われる。波長380nmの紫外線照射によるフォトブリーチングは全露光量100mJ/cm<sup>2</sup>で略完了する（図2及び図3参照、参考文献；フォトポリマ技術の新展開、東レサーチ）。尚、図2はDMA PNの吸収スペクトルを示す図であり、横軸が波長であり、縦軸が光学密度である。図3はフォトブリーチング前後の屈折率の波長依存性を示す図であり、横軸が波長であり、縦軸が屈折率である。

【0040】図1に示すポリマ導波路30のコア層33及びフォトブリーチングした下部クラッド層34の膜厚は、数 $\mu$ mから数十 $\mu$ mの範囲にあるので、上記露光量で十分である。未露光のコア層33は波長815nmで1.553であり、フォトブリーチングした下部クラッド層34の屈折率は波長815nmで1.537である。上記コア層33と下部クラッド層34との間の比屈折率差 $\Delta_1$ は約1.28%である。バッファ層32及び上部クラッド層35は、SiO<sub>2</sub>からなっている。コア層33と上部クラッド層35（バッファ層32）との比屈折率差 $\Delta_2$ は約5.2%となり、光はコア層33内に十分に閉じ込められて伝送される。コア層33には前述したDMA PNの他にdyepolymer、4-alkoxy-4'-alkylsulfone stilbene PMMA side-chain、4-dialkylamino-4'-nitro-stilbene等を用いることができる。

【0041】図1に示したポリマ導波路は、比屈折率差 $\Delta_1$ 、 $\Delta_2$ が1%以上のマルチモード伝送用の導波路であるが、他の実施の形態について述べる。尚、図1に示した実施の形態と同様の部材には共通の符号を用いた。

【0042】図4は本発明のポリマ導波路の他の実施の形態を示す断面図である。

【0043】同図に示すポリマ導波路40は、シングルモード伝送用のポリマ導波路であり、バッファ層41と上部クラッド層42にPoly-furfuryl methacrylate（PFFMA、屈折率約1.536）を用いたものである。比屈折率差 $\Delta_1$ 、 $\Delta_2$ を1.3%前後とすることにより、シングルモード伝送用導波路としたものである。尚、バッファ層41及び上部クラッド層42には上記ポリマ材料の他に種々のポリマ材料、例えばdiethylene glycore bisallyl carbonate（屈折率1.517）等を用いることができる。

【0044】図5は本発明のポリマ導波路の他の実施の

形態を示す断面図である。

【0045】同図に示すポリマ導波路50は、基板51にポリカーボネート、ポリイミド、エポキシ、ポリスチレン等のアラスチックフィルムを用いたものである。このフィルムの厚さは100 $\mu$ mから数百 $\mu$ m程度であり、このような薄いものを用いることにより、ポリマ導波路50自体にフレキシビリティを持たせたものである。このアラスチックフィルム状の基板51を用いることにより、ガラス、半導体、磁性体の基板に比し、弾力性を持たせることができる。また、ある程度の曲げに対してはコア層33が折れるようなことがない。さらに、軽量であるため、装置内に実装した場合の装置の軽量化を図ることができる。また、大幅な低コスト化も期待できる。尚、同図に示したポリマ導波路において、アラスチックからなる基板51の屈折率がコア層33の屈折率よりも低い場合には、バッファ層32はなくてもよい。

【0046】図6は本発明のポリマ導波路の他の実施の形態を示す断面図である。

【0047】同図に示すポリマ導波路60は、バッファ層32に光の伝搬するコア層61、62を低屈折率の中間層63を介して積層させた構造の導波路であり、例えば2つのコア層61、62間で光の結合を利用した方向性結合器、光フィルタ等の光回路を実現するのに有効な光導波路構造のものである。中間層63の屈折率 $n_i$ はコア層61(62)の屈折率 $n_a$ よりも低い値とし、上部クラッド層35の屈折率 $n_c$ 、フォトリソニングした下部クラッド層64、65の屈折率 $n_p$ 、バッファ層32の屈折率 $n_b$ と同程度の値に選ばれる。この実施の形態ではコア層61、62が2つの場合であるが、さらに中間層を設けて多数のコア層を積層させてもよい。

【0048】図7(a)は本発明のポリマ導波路を用いた光分岐回路の一実施の形態を示す側面図であり、同図(b)は(a)のB-B線断面図(すなわち、コア層のパターン図)である。

【0049】同図に示す光分岐回路70は、入射光71をコア層72内へ入射させ、コア層73及びコア層74に光信号を分配し、矢印75、76のように入射光71を等分配するための光分岐回路であるが、この等分配を低過剰損失で実現するためには、分岐部の $\delta$ と $\theta$ とを精密に形成しなければならない。

【0050】特に、 $\delta$ の値は1 $\mu$ m前後の値が好ましい値であるが、従来の製造方法では、 $\delta$ の値を実現することは極めて困難であったが、本発明のフォトリソニングによれば、1 $\mu$ m前後の微細な寸法を要求する光回路パターンを実現することができる。例えば、2つのコア層を1~2 $\mu$ mの間隔で平行に所望長さだけ配置させて光を二等分に分岐したり、波長の異なる光信号を分波させたりする光方向性結合回路や光の伝搬方向に屈折率の異なるコア層を交互に設けて所望の波長の光信号のみを反射させたり、或いは透過させる光グレーティング回路

や光フィルタ回路を実現するのに好適である。

【0051】図8は本発明のポリマ導波路の製造方法の一実施の形態を示す工程図である。

【0052】まず同図(a)に示すように、基板31上にバッファ層32を形成する。バッファ層32はSiO<sub>2</sub>、或いはSiO<sub>2</sub>にB、F、P、Ti、Ge、Al等屈折率制御用添加物を少なくとも一種類含んだものの場合には、このバッファ層32はCVD法、プラズマCVD法、スパッタリング法、電子ビーム蒸着法或いはスピンコーティング法等によって形成する。バッファ層32がポリマからなる場合にはスピンコーティング法、真空蒸着法等によって形成する。バッファ層32の上にフォトリソニング用ポリマコア層34aを形成する。このフォトリソニング用ポリマコア層34aはスピンコーティング法、真空蒸着法等によって形成される。尚、ポリマのスピンコーティング法は、溶剤に溶かしたポリマ液をスピンコーティング法によって塗布した後、アリのベーク、ポストベークを経て乾燥、硬化させる。

【0053】次に同図(b)に示すように、フォトリソニング用ポリマコア層34aの上に上部クラッド層35を形成する。この上部クラッド層35はバッファ層32と同様の材質を用い、同様の方法で形成する。

【0054】同図(c)に示すように上部クラッド層35の上にフォトリソニングマスク36を配置し、このフォトリソニングマスク36の上から紫外線37を照射する。フォトリソニング用ポリマ層34aが、例えば前述したDMAPNの場合には、紫外線37の波長は380nmの光を照射する。紫外線の照射量は100mJ/cm<sup>2</sup>とする。紫外線37を照射すると、紫外線非透過部36a以外の紫外線透過部36bに対応する部分はフォトリソニングにより屈折率が低下し(屈折率1.537)、同図(d)に示すようにフォトリソニングした下部クラッド層34になる。紫外線37の照射されなかった部分はコア層33となり、図1に示したポリマ導波路が形成される(屈折率1.553)。

【0055】以上のように、膜の形成と紫外線の照射とでポリマ導波路を実現することができるので、従来のポリマ導波路で問題となっていた、ポリマコア層14の界面14-1、14-2、14-3の荒れは生じない(図10参照)。また上部クラッド層35の上面にも平坦さをそのまま維持することができるので、上部クラッド層35の上面にさらに光導波路を形成したり、薄膜ヒータを設けたり、光部品や電子部品を搭載することが容易となる。さらに、従来のようなエッチングプロセスがないので、製造方法が簡単で、かつ安価に製造することができる。

【0056】図9は本発明のポリマ導波路の製造方法の他の実施の形態を示す工程図である。

【0057】まず同図(a)に示すように、基板31上にバッファ層32、フォトリソニング用ポリマ層64

a、中間層63、ブリーチング用ポリマ層65a及び上部クラッド層35を順次堆積させておく。バッファ層32、フォトブリーチング用ポリマ層64a、65a、上部クラッド層35は図8に示した製造方法の場合と同様の方法で形成する。中間層63は、材料がSiO<sub>2</sub> 或いはSiO<sub>2</sub> にB、F、P、Ti、Ge、Al等屈折率制御用添加物を少なくとも一種類含んだもの場合には、CVD法、プラズマCVD法、電子ビーム蒸着法が用いられる。材料がスピニングガラス液のような材料や溶剤に溶けたポリマ液のような材料の場合にはスピニング、プリベーク、ポストベークによって形成する。

【0058】次に同図(b)に示すように、上部クラッド層35の上にフォトマスク66を配置し、そのフォトマスク66の上面から紫外線67を照射する。紫外線67は紫外線透過部67aを透過して上部クラッド層35、フォトブリーチング用ポリマ層65a、中間層63、フォトブリーチング用ポリマ層64a、バッファ層32及び基板31に到達する。フォトブリーチング用ポリマ層64a、65aをフォトブリーチングするとそのポリマ層の屈折率が低下し、フォトブリーチングした下部クラッド層64、65が形成される。

【0059】他方、フォトマスク66の紫外線非透過部66bの下のフォトブリーチング用ポリマ層64a、65aの部分は未露光部として屈折率は低下せずそのままコア層61、62となる。コア層61、62の形状は、下部クラッド層64、65、フォトブリーチング用ポリマ層64a、65a、中間層63のそれぞれの厚さの総和が30μm以下の場合には、略等しい寸法形状となる。上記各層のそれぞれの層の厚さの総和が35μm以上の場合には、コア層61、62の形状が若干異なっている。フォトブリーチング用ポリマ層64a、65aの厚さが厚い場合、すなわち、マルチモード伝送用の場合には、上部クラッド層35を形成する前に、フォトブリーチング用ポリマ層65aの上にフォトマスク66を配置してフォトブリーチングを行い、その後で上部クラッド層35を形成するようにすれば、コア層61、62をより精度良く形成することができると共に、フォトブリーチングした下部クラッド層64、65の屈折率が均一なポリマ導波路60が得られる。

【0060】尚、図8に示したポリマ導波路の製造方法を用いる場合も同様にしてフォトブリーチングしてもよい。

【0061】以上において本発明によれば、

(1) ポリマからなるコア層とクラッド層との界面の不均一性がほとんどなくなり、低損失の光導波路を実現することができる。

【0062】(2) 上部クラッド層の上面が平坦なため、薄膜金属ヒータや薄膜磁性体の形成等が容易となる。また光部品や電子部品の搭載も容易となる。

【0063】(3) プロセスが簡単で、かつ高寸法精度の

コアパターン層を形成することができるので、高性能な導波路型光部品を低コストで実現することができる。

【0064】(4) 基板の厚さを極めて薄くした、いわゆるフレキシブルポリマ導波路型光部品を高性能、高寸法精度で製造することができる。しかも曲げて折れることがなく、装置内への実装も容易である。

【0065】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0066】紫外線が照射されると屈折率が低下するポリマコア層のコア層とすべき部分を除いて紫外線を照射することにより、コア層の両側面にクラッド層が形成されるので、クラッド層の上面が平坦となり、高寸法精度の極めて薄いポリマ導波路を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のポリマ導波路の一実施の形態を示す断面図である。

【図2】DMAPNの吸収スペクトルを示す図である。

【図3】フォトブリーチング前後の屈折率の波長依存性を示す図である。

【図4】本発明のポリマ導波路の他の実施の形態を示す断面図である。

【図5】本発明のポリマ導波路の他の実施の形態を示す断面図である。

【図6】本発明のポリマ導波路の他の実施の形態を示す断面図である。

【図7】(a)は本発明のポリマ導波路を用いた光分岐回路の一実施の形態を示す側面図であり、(b)は(a)のB-B線断面図である。

【図8】本発明のポリマ導波路の製造方法の一実施の形態を示す工程図である。

【図9】本発明のポリマ導波路の製造方法の他の実施の形態を示す工程図である。

【図10】ポリマ導波路の従来例を示す断面図である。

【図11】(a)～(c)はポリマ導波路の製造方法を示す従来例である。

【図12】(a)～(d)はポリマ導波路の製造方法を示す他の従来例である。

【図13】(a)～(d)はポリマ導波路の製造方法を示すさらに他の従来例である。

【図14】(a)は従来のポリマ導波路上に薄膜ヒータを設けた場合の平面図であり、(b)は(a)のA-A線断面図である。

【符号の説明】

30 ポリマ導波路

31 基板

32 バッファ層

33 コア層

34 下部クラッド層

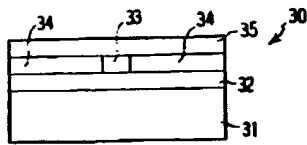
34a ポリマコア層

11

12

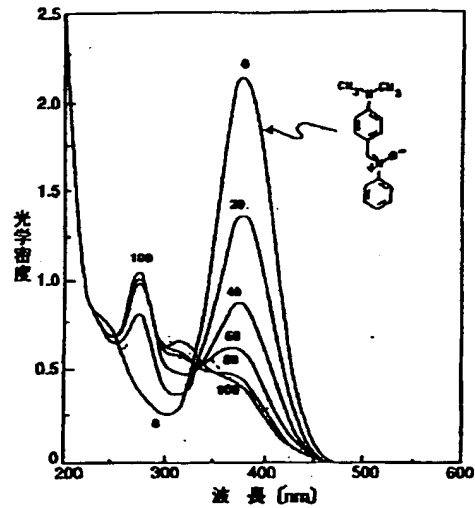
35 上部クラッド層

【図1】

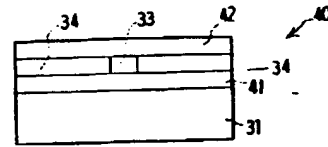


- 30 ポリマ導波路
- 31 基板
- 32 バッファ層
- 33 コア層
- 34 下部クラッド層
- 34a ポリマコア層
- 35 上部クラッド層

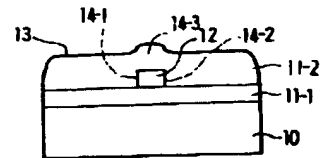
【図2】



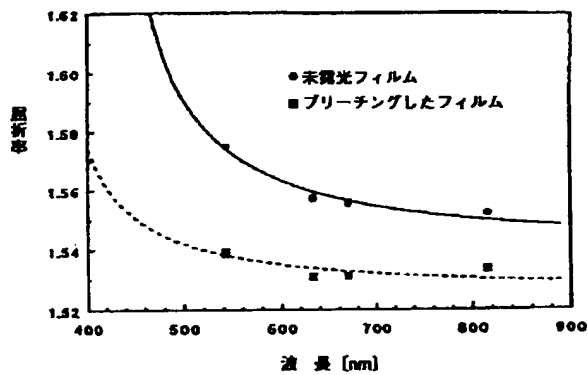
【図4】



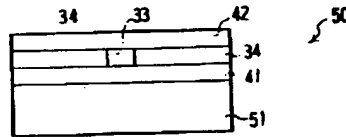
【図10】



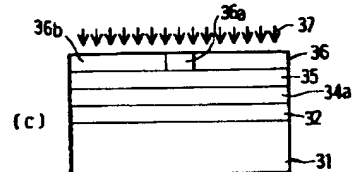
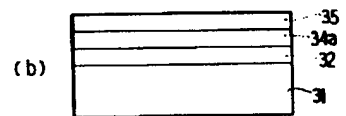
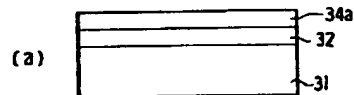
【図3】



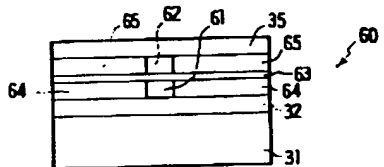
【図5】



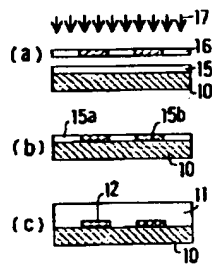
【図8】



【図6】

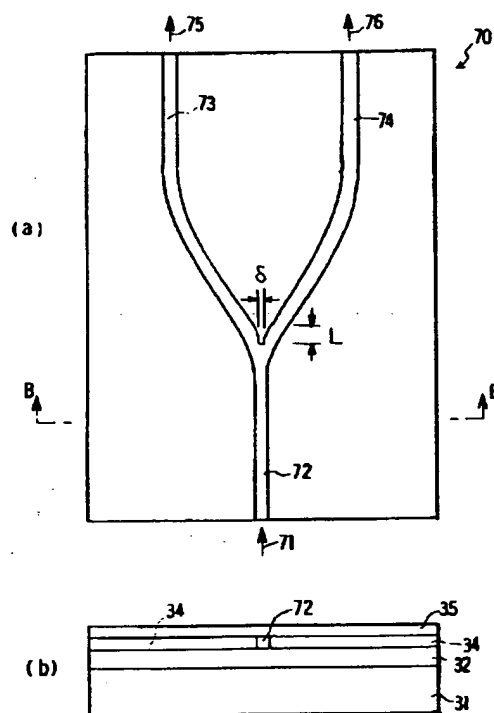


【図11】

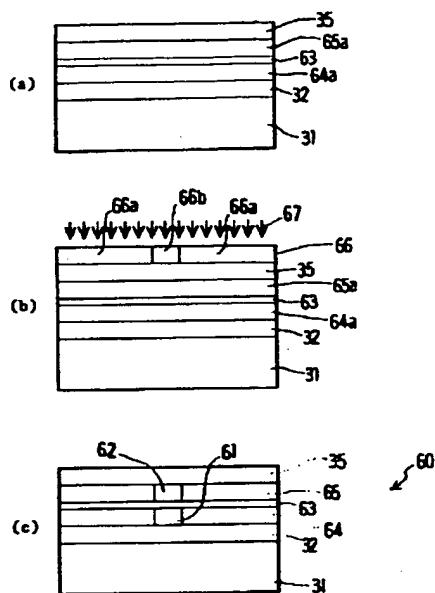




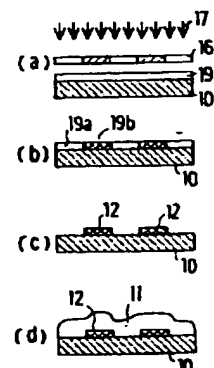
【図7】



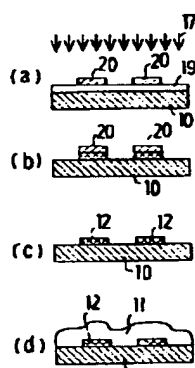
【図9】



【図12】



【図13】



【図14】

